

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06038297  
PUBLICATION DATE : 10-02-94

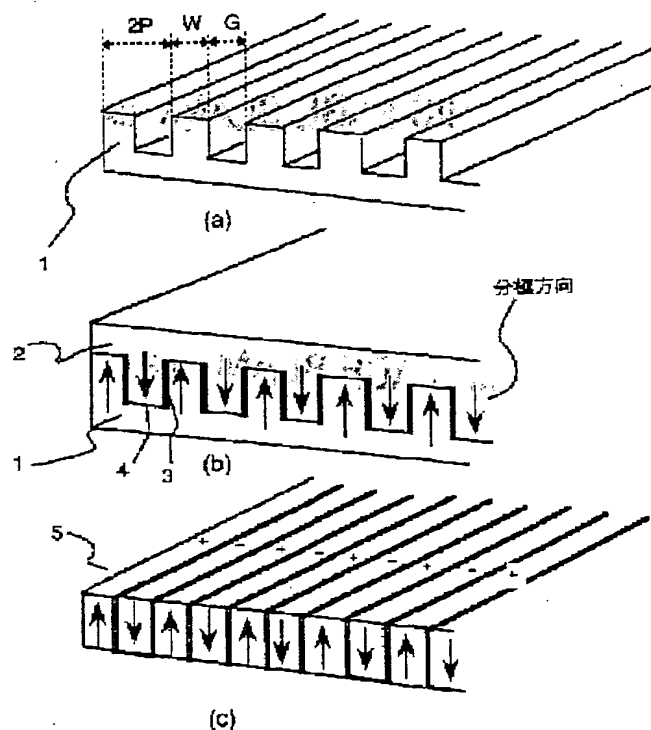
APPLICATION DATE : 14-07-92  
APPLICATION NUMBER : 04186583

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : NARENDORA SANGUBI;

INT.CL. : H04R 17/00

TITLE : MANUFACTURE OF ULTRASONIC  
WAVE PROBE



ABSTRACT : PURPOSE: To realize an inverted polarization ultrasonic wave probe and a high density paper-tablet vibrator.

CONSTITUTION: A comb-line vibrator 2 is obtained by applying groove-cutting to one side of a piezoelectric body polarized uniformly at an arrangement pitch 2P being twice an arrangement pitch P with a blade whose width is nearly equal to the arrangement pitch P. Other comb-line vibrator 2 obtained by the similar procedure is fitted to the vibrator 2 above with each other, and in order to obtain the part having the arrangement pitch P, the piezoelectric body 1 is cut till the arrangement part having the arrangement pitch P from the upper and the lower part. Electrodes are provided to both sides obtained to form an arrangement vibrator 5. As a result, the arrangement pitch of the vibrator is doubled, a conventional probe, a high density composite piezoelectric body and an inverted polarization arrangement vibrator are easily obtained and a high performance probe is realized.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-38297

(43) 公開日 平成6年(1994)2月10日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 4 R 17/00

識別記号

3 3 2 B

庁内整理番号

7406-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6(全6頁)

(21) 出願番号 特願平4-186583

(22) 出願日 平成4年(1992)7月14日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 篠村 隆一

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 中谷 千歳

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 片倉 景義

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

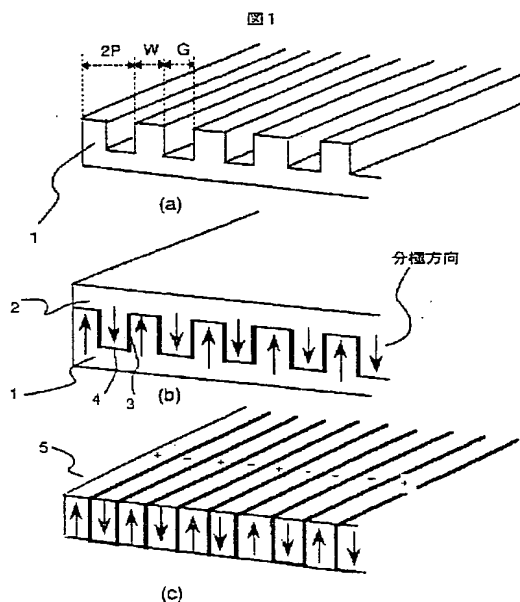
(54) 【発明の名称】 超音波探触子の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 反転分極超音波探触子、及び高密度短冊状振動子を実現する製造方法を提供する。

【構成】 一様に分極された圧電体1の片面から、配列ピッチPとするとき2倍の配列ピッチ2Pで、配列ピッチPとほぼ同じの幅を有するブレードで溝切りを行ない、櫛状振動子を得る。まったく同様の手順で得た櫛状振動子2を互いにはめ合わせ、その後、配列ピッチPを有する部分を得るため、上部、及び下部から配列ピッチPを有する配列部分まで切除する。得られた両面に電極を設け配列振動子を形成する。

【効果】 振動子の配列ピッチを倍にでき、容易に従来型の探触子、複合圧電体の高密度化及び反転分極配列振動子が得られ、高性能な探触子可以实现できる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】圧電体の片面に溝を形成し多数の短冊状振動子が片面において連結された構造を有する櫛状圧電体を形成する工程と、この工程により形成された2個の櫛状圧電体の凹部と凸部をはめ合わせて接着し一体構造の圧電体とする工程と、この一体構造の圧電体の両面を研削し短冊状振動子を形成する工程からなることを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項2】前記の溝を形成する面は、2つの前記圧電体の同じ分極方向の面であることを特徴とする請求項1に記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項3】前記短冊状振動子両面それぞれに一樣電極を設けたことを特徴とする請求項1あるいは請求項2に記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項4】請求項3に記載の超音波探触子の製造方法により製造された超音波探触子であって、前記一樣電極間に、バースト波を印加し、このバースト波の周波数を掃引することにより超音波ビームを走査することを特徴とする請求項3に記載の超音波探触子。

【請求項5】前記溝を形成する面は、2つの前記圧電体において異なる分極方向の面であることを特徴とする請求項1に記載の超音波探触子の製造方法。

【請求項6】圧電体の片面に溝を形成し多数の短冊状振動子が片面において連結された構造を有する櫛状圧電体を形成する工程と、この櫛状圧電体の溝に有機物を充填する工程と、有機物が充填された櫛状圧電体に前記溝とは異なる方向に溝を形成する工程と、この異なる方向に溝の形成された櫛状圧電体の凹部と凸部をはめ合わせて接着し一体構造とする工程と、前記一体構造とされた圧電体の両面を研削し多数の柱状振動子が有機物中に埋め込まれた構造の複合圧電体を形成する工程からなることを特徴とする複合圧電体からなる超音波探触子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、超音波により対象物を測定及び観察する超音波装置の探触子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の超音波振動子は、図6に示すように圧電体1を一樣分極し、切断することにより配列振動子とし、片面を共通電極でアース9とし、他面を配列振動子一つずつに電極10を形成し、それぞれより信号線11を引き出し、位相を与えて駆動し、受信信号にたいして位相を与えて加算することにより超音波を走査していた。また、配列振動子の作成には、ダイシングソーなどで平板状振動子を切断していた。さらに、多数の柱状振動子が有機物中に埋め込まれた構造の複合圧電体として、 piezoelectric composite materi-

2

als for ultrasonic transducer applications)と題して、アイイー イー イー ソニックス アンド ウルトラスオニックス 32巻 (IEEEsonics and ultrasonics vol. su-32, no.4, July, 1985)に、プロパティーズ オブ コンポジット ピエゾエレクトリック マテリアルズ フォー ウルトラスオニック トランスデューサズ (properties of composite piezoelectric materials for ultrasonic transducers)と題して、ウルトラスオニックス シンポジウム (1984) (Ultrasonics symposium 1984) 発表されており、この構造の圧電体の製造方法は特開昭60-85699号公報に記載されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、信号線が、配列した振動子の数だけ必要である。また、送受信回路も多数必要となり、微細化探触子の形成及び探触子装置の小型化に問題があった。また、高周波化にともない配列振動子の配列ピッチPが小さくなり、非常に薄い切断用のブレードと非常に高度な切断技術が要求され、従来では、ピッチPを90μm以下にすることは非常に難しく、10MHz以上の電子セクタ探触子などの高周波探触子を実現することはほとんど不可能であった。さらに、複合圧電体においても柱状振動子を細かいピッチで配列するのは難しく、その配列ピッチはやはり90μm程度が限界であった。本発明の目的は、このような従来技術の問題を解決する、反転分極超音波探触子及び高密度短冊状振動子の製造方法を提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】反転分極配列振動子を用い共通電極として電極間に、バースト波を印加し、このバースト波の周波数を掃引することにより超音波ビームを走査する。反転分極配列振動子を実現するには、一樣に分極された圧電体の片面に溝を形成して多数の短冊状振動子が片面において連結された構造の櫛状圧電体を形成し、別途用意した一樣に分極された圧電体の片面に同様に溝を形成して櫛状圧電体を形成し、両者の櫛状圧電体の凹部と凸部をはめ合わせ接着して一体構造の圧電体とする。この一体構造の圧電体の両面を研削して短冊状振動子を形成する。このとき、溝を形成する面は、2つの圧電体とも同じ分極方向の面とし、配列された圧電体の両面それぞれに一樣電極を設け、バックング材とよばれる音響支持体上へ接着など行うことによって達成される。

【0005】すなわち、圧電体の片面に溝を形成し多数の短冊状振動子が片面において連結された構造を有する櫛状圧電体を形成する工程と、この工程により形成された2個の櫛状圧電体の凹部と凸部をはめ合わせて接着し一体構造の圧電体とする工程と、この一体構造の圧電体の両面を研削し短冊状振動子を形成する工程からなるこ

とを特徴とする超音波探触子の製造方法である。溝を形成する面は、2つの圧電体の同じ分極方向の面とする。短冊状振動子両面それぞれに一樣電極を設け一樣電極間に、バースト波を印加し、このバースト波の周波数を掃引することにより超音波ビームを走査する超音波探触子を得る。また、溝を形成する面は、2つの圧電体において異なる分極方向の面であってもよい。

【0006】さらに、圧電体の片面に溝を形成し多数の短冊状振動子が片面において連結された構造を有する櫛状圧電体を形成する工程と、この櫛状圧電体の溝に有機物を充填する工程と、有機物が充填された櫛状圧電体上に溝とは異なる方向に溝を形成する工程と、この異なる方向に溝の形成された櫛状圧電体の凹部と凸部をはめ合わせて接合し一体構造とする工程と、一体構造とされた圧電体の両面を研削し多数の柱状振動子が有機物中に埋め込まれた構造の複合圧電体を形成する工程からなることを特徴とする複合圧電体からなる超音波探触子の製造方法である。

【0007】

【作用】 櫛に分極された圧電体の片面に溝を形成して櫛状圧電体を形成し、別途用意した一樣に分極された圧電体の片面にも同様に溝を形成して櫛状圧電体を形成し、これら両者の凹部と凸部をはめ合わせ接合し、両面より研削して配列構成とするので、溝を形成する面は、2つの圧電体とも同じ分極方向の面とすることができ、分極方向を交互にすることができる。この製造方法を応用することにより、振動子の配列ピッチを倍に微細化でき、従来型の探触子、複合圧電体よりもさらに高密度化が実現できる。このような反転分極配列振動子による超音波探触子では、少ない信号線で超音波ビームを走査できるのでより微細な超音波探触子を実現できる。さらに、この反転分極配列振動子の作成方法を応用すれば、従来の電子走査型探触子の配列ピッチと複合圧電体の配列ピッチの限界を超えることができる。

【0008】

【実施例】 以下、本発明の実施例を図を用いて説明する。図1に本発明の第1の実施例である超音波探触子の製造方法を示す。矢印は、分極方向を示す。分極された圧電体1の片面より配列ピッチPとすると2倍の配列ピッチで、およそPの幅のブレードで溝切りを行ない、櫛状振動子を形成する。この溝の深さは、最終的に必要とする振動子の厚みより深くし、溝幅Gは振動子の凸部の幅Wより大きくする。まったく同様にして得た櫛状振動子2を図1(b)の様に凹部と凸部をはめ合わせ接合する。この時、溝幅は、はめ合いのすきま、接着の余裕を考慮する。その後、図1(c)に示すように、図1(b)に示す上下の部分を配列部分まで切除する。さらに、両面に電極9、10を設け、バックング材とよばれる音響支持体8上に接着することによって図2に示す反転分極配列探触子を形成する。なお、探触子の前面（音

響支持体8と対向面）は、音響整合層と保護膜で通常はおおわれているが、この図2では省略した。図3に示すように電極9、10間にバースト波を印加すると、その放射角度( $\theta$ )は、振動子ピッチPと駆動周波数fにより走査できる。このように周波数(Frequency)に依存して放射角度( $\theta$ )が変わるため、超音波ビームを走査できる。また、図1(b)に示す状態より上部より切除し、櫛状振動子の一方の凸部を露出させてから、櫛刃の方向とはほぼ直交する方向に、所定のピッチ、幅で複数本の溝を入れて、この溝にポリウレタン等の有機物を充填して、この後下部側より切除することにより、一方に柔軟性をもつ複合物からなる分極反転配列振動子を製作することができる以上の実施例では、圧電体を機械的に加工する例について述べたが、電極パターンにより分極を交互にすることも可能である。また、圧電体は、PZTなどのセラミックあるいは、有機圧電体でも良い。また分極は交互とした例を述べたが、不規則配列への展開も同様である。

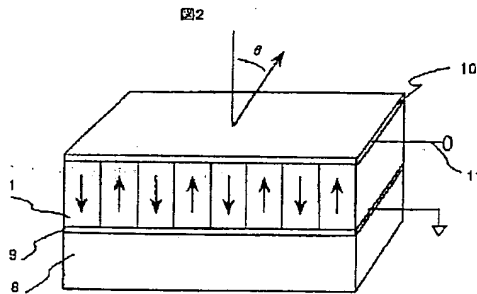
【0009】 図4に本発明の第2の実施例である高密度短冊状振動子の製造方法を示す。従来の電子走査型探触子の配列ピッチは90 $\mu$ m程度が限界であった。しかしながら、図1の作成方法を応用することで、短冊状振動子の配列ピッチを半分にすることができ、より高密度の探触子を実現できる。例えば、10MHz以上の電子セクタ探触子も実現可能となってくる。図1(a)の場合と同様に、図4(a)では、分極された圧電体1の片面より形成しようとする短冊状振動子の配列ピッチPの2倍のピッチで、およそPの幅のブレードで溝を形成し、櫛状振動子を形成する。この時の深さは最終的に必要とする振動子の厚みより深くし、溝幅Gは振動子の凸部の幅Wより大きくする。つぎに櫛状振動子1とは分極方向が逆と成るように溝入れして櫛状振動子2を形成する。これを図4(b)のように凹部と凸部をはめ合わせ、すきま3、4などを接着する。この時図1(b)とは異なり、分極方向は同一と成る。その後、図4(c)に示すように、図4(b)に示す上下の部分を切除し、短冊状振動子5を得る。つぎに上下面に電極を形成し、信号電極側の電極をアレー状に形成しバックング材に接着し、音響整合層、保護膜などを音響放射面側に形成し、さらに音響レンズなどを装着することで探触子を実現できる。従来技術では、バックング材に振動子を接着し、振動子全体に溝が入るようにして短冊状振動子を形成しているが、このような方法では、例えば20 $\mu$ m程度のブレードを用い、90 $\mu$ m程度まで溝入れするのが限界であった。この原因は、圧電体とバックング材という2種類の材料に溝を入れるため、切断条件が悪くまた、ブレードが薄いため切断時のブレードの振動により精密な切断ができないためと考えられる。また、ブレード幅を厚くすれば、短冊状振動子の幅も小さくなり、これにともない切断時に振動子が欠けたりするなどの問題が生じ

る。ブレード幅は $10\mu\text{m}$ 程度が限界といわれている。このように従来法では、種々の制約や問題があり、短冊状振動子を $90\mu\text{m}$ 以下の高密度に配列することは不可能であった。図4の方法であれば、圧電体のみの溝入れとなり、また、切断時のピッチとブレード幅も大きくできるため、短冊状振動子の高密度化が可能である。例えば、図4の方法で、 $50\mu\text{m}$ 幅のブレードを用い、 $100\mu\text{m}$ ピッチで溝入れをすれば、ブレードの振動でGは少し広がり $60\mu\text{m}$ 程度となり、Wは $40\mu\text{m}$ 程度となり、最終的に形成される短冊状振動子は $50\mu\text{m}$ ピッチで各短冊状振動子間のギャップは $10\mu\text{m}$ 程度となる。このように図4に示す方法により、従来技術では実現できなかった細かいピッチの短冊状振動子を容易に作る

ことが可能である。

【0010】図5に本発明の第3の実施例である高密度複合圧電体の製造方法を示す。図5(a)は、図1(a)または図4(a)と同じように櫛状圧電体を作り、さらに有機物6を充填して切断溝を埋めた状態を示している。図5(b)では最初に形成した溝と直交する方向に溝3を形成している。図5(b)の状態の13を複合櫛状圧電体と呼ぶことにする。図5(c)は図5(b)のAの方向から見た図で、13と同様な複合櫛状圧電体14と13が張り合わせて接着された状態を示している。図5(d)は図5(c)の上下面の不要部分を削りとり、多数の柱状振動子12が有機物6で連結された複合圧電体7が形成された状態を示す。図5の複合圧電体は、図4の場合と同様に従来より細かなピッチとすることができる。有機物で連結するためフレキシブルとなる。実施例では、分極された圧電体を用いているが、最後に分極することも可能であり、図5の複合圧電

【図2】



体では分極方向をいろいろ変えて作ることが可能である。

## 【0011】

【発明の効果】本発明により、従来困難であった反転分極配列振動子が容易に実現できる。さらに、この振動子により形成される超音波探触子を用いることにより少ない信号線で超音波ビームを走査できるので、より微細な超音波探触子を実現できる。さらに、この反転分極配列振動子の作成方法を発展させ、振動子の配列ピッチを倍にでき、容易に従来型の探触子、複合圧電体の高密度化が実現され、高性能探触子が実現できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例である超音波探触子の製造方法を示す斜視図。

【図2】本発明の第1の実施例による超音波探触子を示す斜視図

【図3】反転分極配列振動子における駆動周波数と掃引角の関係を示す図。

【図4】本発明の第2の実施例である高密度短冊状振動子の製造方法を示す斜視図。

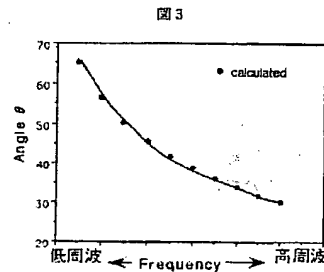
【図5】本発明の第3の実施例である高密度複合圧電体の製造方法を示す斜視図。

【図6】従来例の超音波探触子を示す断面図。

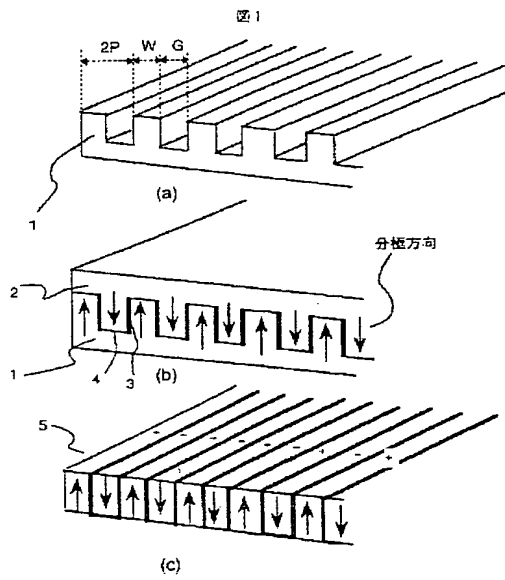
## 【符号の説明】

1…圧電体、2…櫛状振動子、3…すきま、4…すきま、5…短冊状振動子、6…有機物、7…複合圧電体、8…音響支持体（バックিং）、9…電極、10…電極、11…信号線、12…柱状振動子、13…複合櫛状圧電体、14…複合櫛状圧電体。

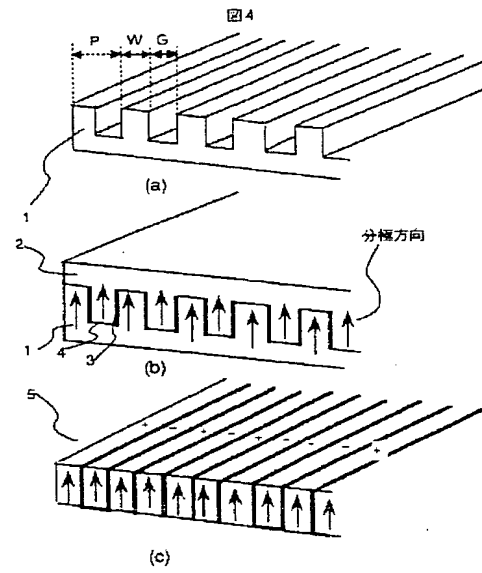
【図3】



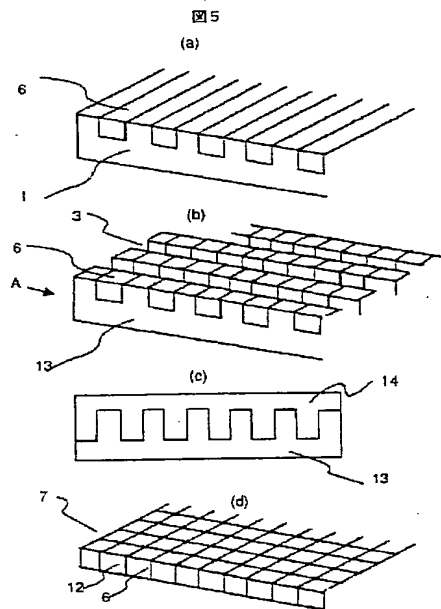
【図1】



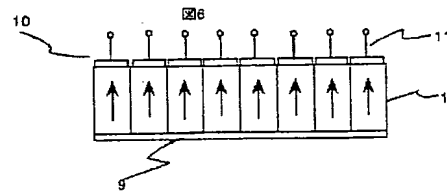
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 ナレンドラ・サングビ

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

